

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

## **IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
Please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

## HEAT SINK EXCELLENT IN HEAT DISSIPATION CHARACTERISTICS

Patent Number: JP8316388  
 Publication date: 1996-11-29  
 Inventor(s): TASAKA MASAHIRA  
 Applicant(s): SUMITOMO METAL IND LTD  
 Requested Patent: ☐ JP8316388  
 Application Number: JP19950124608 19950524  
 Priority Number(s):  
 IPC Classification: H01L23/467 ; H05K7/20  
 EC Classification:  
 Equivalents: JP2894243B2

### Abstract

**PURPOSE:** To increase the heat dissipation area without increasing the size of heat sink, the pressure drop of working liquid for cooling or the occupation area by employing a hollow protruding heat dissipation body having porous circumferential wall and passing a cooling fluid through the pores thereby removing the heat therefrom.

**CONSTITUTION:** Heat generated from a heating element, i.e., a chip, passes through the bottom plate 32 of a heat sink and transmitted by thermal conduction to the solid part of a heat dissipation tube 34. Cooling air fed through an air supply port 43 is fed through each opening 42 in the center of a top plate into the hollow region 33 of heat dissipation tube and then passes through a channel comprising countless holes in the heat dissipation tube while removing heat from the solid state thereof. The warmed air passes through the unprotruding part 44 around the heat dissipation tube 34 and sucked through a suction port 45 and collected. This structure makes uniform and enhances the cooling efficiency of porous heat dissipation body.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

特開平8-316388

(43) 公開日 平成8年(1996)11月29日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 23/467			H 0 1 L 23/46	C
H 0 5 K 7/20			H 0 5 K 7/20	N

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平7-124608

(22) 出願日 平成7年(1995)5月24日

(71) 出願人 000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72) 発明者 田坂 誠均

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住

友金属工業株式会社内

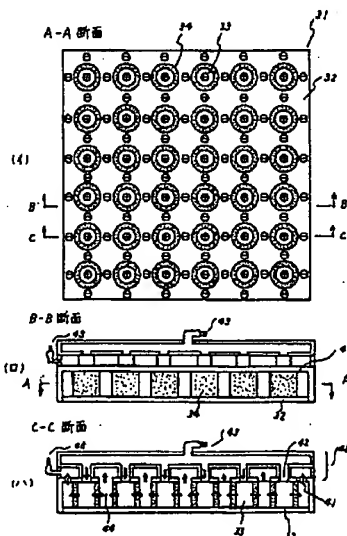
(74) 代理人 弁理士 森 道雄 (外1名)

(54) 【発明の名称】 熱放散特性に優れたヒートシンク

## (57) 【要約】

【目的】従来のヒートシンクに比べ、放熱面積が格段に大きく、冷却用流動体の圧力損失は同程度であるヒートシンクであって、発熱密度、発熱量とも大きいマルチチップモジュールの冷却に最適なヒートシンクを提供する。

【構成】底板と、該底板上に底板と一体をなす複数の中抜き突起形状体から構成され、該中抜き突起形状体の周壁が、周壁の外周面から内周面方向、またはその逆方向に作動流体の透過が可能な多孔状に形成されているヒートシンク、このヒートシンクに更に、中抜き突起形状体の中空部分に作動流体を供給する手段と、周壁間の非突起部分の作動流体を吸引する手段のどちらか一方、または双方を備えたヒートシンク、及び前者のヒートシンクに、更に中抜き突起形状体の中空部分の作動流体を吸引する手段と、周壁間の非突起部分に作動流体を供給する手段のどちらか一方、または双方をえたヒートシンク。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 底板と、該底板上に底板と一体をなす複数の中抜き突起形状体から構成され、該中抜き突起形状体の周壁が、周壁の外周面から内周面方向、またはその逆方向に作動流体の透過が可能な多孔状に形成されていることを特徴とするヒートシンク。

【請求項2】 底板と、該底板上に底板と一体をなす複数の中抜き突起形状体から構成され、該中抜き突起形状体の周壁が、周壁の外周面から内周面方向、またはその逆方向に作動流体の透過が可能な多孔状に形成され、該中抜き突起形状体の中空部分に作動流体を供給する手段と、周壁間の非突起部分の作動流体を吸引する手段のどちらか一方、または双方を備えていることを特徴とするヒートシンク。

【請求項3】 底板と、該底板上に底板と一体をなす複数の中抜き突起形状体から構成され、該中抜き突起形状体の周壁が、周壁の外周面から内周面方向、またはその逆方向に作動流体の透過が可能な多孔状に形成され、該中抜き突起形状体の中空部分の作動流体を吸引する手段と、周壁間の非突起部分に作動流体を供給する手段のどちらか一方、または双方を備えていることを特徴とするヒートシンク。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、シングルチップまたはマルチチップモジュール用ヒートシンク、例えば、大規模集積回路（LSI）等の発熱を伴うチップを複数個、近接させて一括封止するマルチチップモジュール（MCM）の冷却に用いられるヒートシンクに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 情報処理量の急激な増大、情報処理の高速化への要求に対応して、IC、LSIに代表される電子部品のチップ内電子回路微細化による高集積化が進むと同時に、この高集積化された複数のチップを近接させて一括封止するマルチチップモジュール（MCM）の採用が急速に増大している。

【0003】 このマルチチップモジュールは、封止する前の斜視図を図1（イ）に、封止後の断面図を図1（ロ）に、そしてヒートシンクを取り付けたときの側面図を図1（ハ）にそれぞれ示すように、多層セラミックス配線基板（MLS）11上に複数個のLSIチップ12を搭載しキャップ13により気密封止し、マルチチップモジュールパッケージ15を構成し、入出力ピン14により電気信号の入出力を行う構造となっている。

【0004】 それぞれが高集積化されたチップ12を複数搭載しているため発熱密度、発熱量ともに従来の単一ICパッケージ等と比べ飛躍的に増大しており回路動作速度の確保、信頼性の向上のため各チップが許容温度以下に保たれるよう冷却する必要がある。このためチップ12から発生する熱を効率良く外部へ放散すべく、図1

2

（ハ）に示すように、マルチチップモジュールパッケージ15にヒートシンク16を取り付けた構造が考案されている。（博覧堂出版、1987、日本機械学会編、電子機器の冷却技術、30-32頁）。ヒートシンク16には冷却用作用流体が強制的に供給されており、その冷却を行っている。

【0005】 キャップ13とチップ12とは、線膨張率の同等な材質から構成されており、キャップ13にダイボンディングされたチップ12は、その発生する熱をダイボンディング材17からキャップ13、ヒートシンク16への熱伝導を通して、またヒートシンク16から作用流体への熱伝達を通して持ち去られることにより冷却される。

【0006】 従来、この冷却方法としてはヒートシンクに作用流体として空気を強制的に流す強制空冷が、冷却装置の構造が簡単で手軽であることから多用されている。また、この強制空冷に用いるヒートシンク形状としては、図2（イ）に示すような底板21上に平行平板列状の放熱フィン22（以下、放熱板という）を有するチャンネルフィン形ヒートシンク23や図2（ロ）に示すように、底板21上にピン型フィン24（以下、放熱ピンという）の並んだピンフィン形ヒートシンク25が代表的である。図中、白抜き矢印は作用流体としての空気の流れの例を示す。

【0007】 これら従来のヒートシンクを用いて、マルチチップモジュールの如き大発熱量、大発熱密度を有する発熱体の冷却に対応するためには、ヒートシンクの放熱面積の増加及びヒートシンク内を通過する空気流量の増大によって放熱能力を向上させる必要がある。このため、ヒートシンクを大型化することなく、同一専有体積で放熱面積を増加させるには、フィンピッチ、フィン間隔を小さくせねばならない。

【0008】 このことが従来のヒートシンクは、その加工法上の制約からフィンピッチ、フィン間隔の小化には限界があり、必要な放熱面積を得ることは困難である。

【0009】 また、従来の冷却方法においては、図2（イ）に示す如く、ヒートシンクに、底板21と平行な方向へ、もしくは図2（ロ）に示す如く、底板21と垂直な方向へ作用流体である空気を供給することにより冷却が行われているため、単にフィンピッチ、フィン間隔の減少によるだけでは、放熱板あるいは放熱ピンの摩擦抵抗による流路圧力損失の増大を招き、供給される空気の大半はヒートシンク23、25を迂回して流れ、冷却に寄与しなくなる。また、ヒートシンク内を通過する空気流量を増大しようとするば、摩擦抵抗による流路圧力損失はほぼ流速の2～3乗に比例して増加するため、十分な送風能力を持つ大出力送風機が必要となり、スペース、騒音の問題が生じる。

【0010】 上述のようなことから従来のヒートシンクを用いた冷却方法によりマルチチップモジュールを許容

3

温度以下に冷却することは非常に困難である。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、従来のヒートシンクに比べ、放熱面積が格段に大きく、冷却用作動流体の圧力損失は同程度であるヒートシンク、具体的には強制空冷下で用いられる従来のチャンネルフィン形ヒートシンク、ピンフィン形ヒートシンクに比べ、同一圧力損失において熱抵抗が10～50%低減される極めて高い放熱性能を有し、発熱密度、発熱量とも大きいマルチチップモジュールの冷却に最適なヒートシンクを提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明者はヒートシンクを大型化することなく、また冷却用作動流体の圧力損失を大きくすることなく同一専有体積で放熱面積を増加させる手段について鋭意実験、研究を重ねた結果、放熱体を中抜き突起形状体とし、その周壁を多孔状にしてその孔内を冷却流体を通過させることにより放熱するのがよいことを知るに至り本発明を完成した。本発明の要旨とするところは、「底板と、該底板上に底板と一体をなす複数の中抜き突起形状体から構成され、該中抜き突起形状体の周壁が、周壁の外周面から内周面方向、またはその逆方向に作動流体の透過が可能な多孔状に形成されているヒートシンク、このヒートシンクに更に、中抜き突起形状体の中空部分に作動流体を供給する手段と、周壁間の非突起部分の作動流体を吸引する手段のどちらか一方、または双方を備えたヒートシンク、及び前者のヒートシンクに、更に中抜き突起形状体の中空部分の作動流体を吸引する手段と、周壁間の非突起部分に作動流体を供給する手段のどちらか一方、または双方を備えたヒートシンク」にある。

【0013】

【作用】次に、本発明を添付図面を参照しながら作用についてさらに詳細に説明する。

【0014】図3は、本発明にかかるヒートシンクの一例を示したもので、それぞれ(イ)は平面図、(ロ)は側面図、(ハ)は断面図により示したものである。図示したヒートシンク31は、熱の良導体よりなる底板32と、その上に中空領域33つまり円柱形状の中抜き部分を有する直立した熱の良導体でできた多孔質状の円筒形状体34（以下、放熱円筒という）から構成されている。

【0015】放熱円筒34は底板32上に整列して複数個（この図の場合、 $6 \times 6 = 36$ 個）配列されている。

【0016】このヒートシンク31において、底板寸法、幅 $W \times$ 長さ $L \times$ 厚さ $T$ 、放熱円筒高さ $H$ 、中空領域の断面直径 $d_1$ 、放熱円筒の外径 $d_2$ 、放熱円筒のピッチ $p_1$ 、 $p_2$ は適宜設定できる。

【0017】底板及び突起形状体の材質は特に限定するものでなく、熱の良伝導体であればよく、例えば、アル

4

ミニウム合金、銅合金、銅、セラミックス等である。

【0018】突起形状体を中抜きにして、その周壁を、周壁の外周面から内周面方向またはその逆方向に作動流体が透過可能な多孔状に形成するのは、孔内を冷却用の作動流体を通過させ通過中に突起体の有する熱を奪い冷却するためである。従って、この周壁に設けた孔は、作動流体の圧力損失を小さくするため、及び突起体の放熱面積を大きくするためにできるだけ多い方が好ましい。

【0019】孔の形状はどのような形状であってもよい。好ましい態様としては、多孔質状に小さな孔と孔が連結し、突起体の周壁の外周面から内周面に貫通していなければならない。この場合、貫通孔は屈曲した状態となるが、熱交換効率が高いため作動流体の流量を最小限にすることができ、圧力損失の増大を伴わない。

【0020】多孔状中抜き突起形状体は、例えばアルミニウム合金を素材とする場合、アルミロー材を表面に塗布したアルミ線材を板状等に押し固め、これを加熱炉でアルミロー材の融点まで加熱し、線と線の接触部をロー材で融着した後冷却して多孔質状のアルミ板材とし、目的の突起形状に成形することにより得られる。

【0021】また、アルミ線材を突起形状体の周壁形状に押し固め、それをアルミロー材の溶湯に浸漬し、引き上げて冷却する方法もある。

【0022】いずれの方法でも、アルミ線材を押し固める際、アルミ線材の量を増減することにより孔の増減調整が可能である。その他腐食法により多孔状にすることもできる。

【0023】その他に、溶融アルミニウム合金に発泡材を添加し、発泡により多孔状にする方法がある。まず、溶融アルミニウム合金にCa粉末を増粘材として添加し、攪拌機で攪拌して適当な粘度をもたせる。粘度を持たせるのは、後の発泡工程における気泡の浮上逸出を抑制するためである。この溶融アルミニウム合金に長さ10～50mm、直径0.05～0.2mmのステンレス繊維を10～20%混合し、更に加熱、攪拌する。次いでステンレス繊維が完全に溶解してしまいう前に、発泡材(TiH<sub>2</sub>)を徐々に添加して発泡させ冷却することにより連通孔を有する多孔質のアルミニウム合金が得られる。

【0024】図4は、本発明にかかる冷却用作動流体を供給または吸引する手段を備えたヒートシンクの一例を示す図である。図3に示したヒートシンクを用いて説明する図で、図4(イ)はA-A断面図、同(ロ)はB-B断面図、同(ハ)はC-C断面図である。

【0025】図示態様にあつては、ヒートシンク31には天板41が取り付けられ、この天板41には、放熱円筒の中抜き部分に相当する位置に開口42が設けられており、天板41は放熱円筒上面に放熱円筒と密着して設置されている。天板上には作動流体供給・吸入手段46が設けられている。

【0026】発熱体であるチップから生じる熱は、ヒー

5

トシンの底板32を通して放熱円筒34の固体部分へ熱伝導により伝わる。一方冷却用の冷たい空気は空気供給口43より供給され、天板中央部の各開口42より放熱円筒の中空領域33へ供給され、この後、放熱円筒中の無数の孔よりなる流路を通過しながら、放熱円筒固体部分より熱を奪う。こうして熱を奪い温められた空気は、放熱円筒34の周囲の非突起部分44を通過し、吸引口45から吸引され、回収される。図4(イ)では+印が冷却用空気供給部を示し、-印が回収部を示す。

【0027】この方法において、45の吸引口を供給口に換え放熱円筒34の周囲に冷却用空気を供給し、天板中央部の開口42を通し43を吸引口にして吸引、回収するよう冷却用空気の流れ方向を逆にしても差し支えない。

【0028】本発明では、中抜き突起形状体の中空部より作動流体を供給または吸引し、多孔質放熱体の外周部すなわち非突起部より作動流体を吸引または供給する場合を例に説明したが、中抜き突起形状体の中空部より作動流体を供給または吸引するだけでも、更に是非突起形状部より作動流体を吸引または供給するだけでも上記に準ずる効果がある。

【0029】このように、本発明によれば、作動流体を中抜き突起形状体の中空領域より吸引、供給することにより多孔質放熱体の冷却効果の均一化、効率化をはかることができる。

【0030】また、作動流体が液体であれば更なる効果をもたらすことは当然である。

【0031】ヒートシンの多孔質放熱体は、特定の形状のものに制限されず、図5(イ)に示すように、直方体形状の放熱体に直方体形状の中空領域を有する、いわゆる角筒形状のもの、図5(ロ)に示すように、直方体形状の放熱体に円柱形状の中空領域を有するもの、図5(ハ)に示すように、六角柱形状の放熱体に円柱形状の中空領域を有するもの、また図5(ニ)に示す三角柱状の放熱体に円柱形状の中空領域を有するもの等を用いても、同じ原理で本発明による冷却方法を適用することが可能である。この場合も底板および多孔質放熱体は、熱の良導体であることが望ましい。

【0032】本発明にかかる構成によれば、放熱体は流体透過性の多孔質材により形成されるため、その単位専有体積当たりの放熱面積は、従来のヒートシンクに比べ著しく大きい。更には供給される冷却用空気は全て、多孔質放熱体内の無数の流路へ、均一に流入、通過するため、従来の冷却方法のように、ヒートシンク外側を冷却用空気が迂回して流れることがなく、少ない空気流量で、効率の良い冷却が可能となる。このため、ヒートシンの放熱面積が著しく増大しても、流路摩擦抵抗の影響を受けにくい。

【0033】本発明においては、前記多孔質放熱体を底板上に所定の間隔を置いて整列に配列する場合について

6

述べてきたが、千鳥状、更にはアトランダムに配列することも可能なことは勿論である。

【0034】また、各中抜き突起形状体のサイズはそれぞれ異なってもよいことは言をまたない。

【0035】次に、本発明の作用をその実施例によってさらに具体的に説明する。

【0036】

【実施例】

【実施例1】図3に示すように、多孔質アルミニウム合金製の放熱円筒34が底板32上に $6 \times 6 = 36$ 個整列状に配置されており、各部位の寸法が、 $L=W=100$  mm、 $d_o=14.0$  mm、 $d_i=6.0$  mm、 $p_1=p_2=16.0$  mm、 $T=2.0$  mm、 $H=10.0$  mm、であるようなヒートシンク31に、図4に示すような断熱材である樹脂製の天板41を取り付けた冷却装置を用い、ヒートシンク裏面にシート状のヒーターを取り付け、冷却性能試験を行った。このとき、冷却用空気は図4の如く各放熱円筒の中空部に供給され、各放熱円筒の外周部より吸引される。冷却用空気入口温度 $25^\circ\text{C}$ にて発熱量と空気流速を変化させたところ発熱量 $180$  W、冷却用空気流量 $4000$  cc/sec (放熱円筒1個あたり)に供給する冷却用空気流量 $110$  cc/secの条件下で、ヒートシンクにおける圧力損失が約 $1550$  Pa、熱抵抗値が約 $0.3$  K/Wという冷却性能を示した。これは発熱密度にして、 $1.8$  W/cm<sup>2</sup>の冷却を可能にしており、従来の強制空冷においては、同じ熱抵抗を得るのに空気流量 $6000$  cc/sec程度必要であったことを考慮すると、画期的な冷却能を示している。

【0037】【実施例2】図6はこの実施例で用いたヒートシンクを示す図で、図6(イ)はA-A断面図、同(ロ)はB-B断面図、同(ハ)はC-C断面図である。図6に示すヒートシンク61に、断熱材製の天板62と流体吸入手段67を取り付けた。底板63に設けた多孔質状の角筒形状体64 (以下、放熱角筒という)が整列して配置されており、その中抜き部分、つまり中空領域65に相当する位置に設けられた天板62の開口からは吸引口66からの吸引により作動流体である空気が吸引される。

【0038】図6に示すように、多孔質アルミニウム合金製の放熱角筒64が底板63上に $4 \times 4 = 16$ 個整列状に配置されており、各部位の寸法が、 $L=60$  mm、 $W=70$  mm、 $a_1=12.0$  mm、 $a_2=10.0$  mm、 $c_1=5.0$  mm、 $c_2=4.5$  mm、 $l_1=6.0$  mm、 $l_2=4.0$  mm、 $T=2.0$  mm、 $H=10.0$  mmであるようなヒートシンク61に、断熱材である樹脂製の天板62を取り付けた冷却装置を用い、ヒートシンク裏面にシート状のヒーターを取り付け、冷却性能試験を行った。このとき、冷却用空気は各放熱角筒64の中空部65より吸引することにより、各放熱角筒外周部より放熱角筒内流路に流入する。冷却空気入口温度 $25^\circ\text{C}$ にて発熱量と空

気流速を変化させたと発熱量100W、冷却用空気流量2800cc/sec（フィン群1組あたりに供給する冷却用空気流量200cc/sec）の条件下で、ヒートシンクにおける圧力損失が約900Pa、熱抵抗値が約0.4K/Wという冷却性能を示した。これは発熱密度にして、2.4W/cm<sup>2</sup>の冷却を可能にしており、従来の強制空冷においては、同じ熱抵抗を得るのに空気流量3200cc/sec程度必要であったことを考慮すると、画期的な冷却性能を示している。

【0039】【実施例3】図7はこの実施例に用いたヒートシンクの図である。冷却用の空気は供給口75から供給され、放熱円筒72の周囲の非突起部分74を通過し、突起形状体の壁面を通過して中空領域75を通り、吸引口76から空気の吸引を行った。図7（イ）はA-A断面図、同（ロ）はB-B断面図、同（ハ）はC-C断面図である。

【0040】図7に示すように、多孔質セラミックス製の放熱円筒72が底板73上に6×6=36個整列状に配置されており、各部位の寸法が、L=W=100mm、 $d_1=14.0\text{mm}$ 、 $d_2=5.0\text{mm}$ 、 $p_1=p_2=17.0\text{mm}$ 、 $T=2.0\text{mm}$ 、 $H=11.0\text{mm}$ 、であるようなヒートシンク71に、断熱材である樹脂製の天板74を取り付けた冷却装置を用い、ヒートシンク裏面にシート状のヒーターを取り付け、冷却性能試験を行った。このとき、冷却用空気は各放熱円筒の外周部に供給され、各放熱円筒72の中空部75より吸引される。冷却空気入口温度25℃にて発熱量と空気流速を変化させたと発熱量250W、冷却用空気流量5100cc/sec（放熱円筒1個あたりに供給する冷却用空気流量142cc/sec）の条件下で、ヒートシンクにおける圧力損失が約2500Pa、熱抵抗値が約0.25K/Wという冷却性能を示した。これは発熱密度にして、2.5W/cm<sup>2</sup>の冷却を可能にしており、従来の強制空冷においては、同じ熱抵抗を得るのに空気流量6000cc/sec程度必要であったことを考慮すると、画期的な冷却性能を示している。

【0041】

【発明の効果】本発明にかかるヒートシンクは、従来のヒートシンクに比べ同一専有体積あたりの放熱面積がはるかに大きく、かつ冷却用の作動流体が、比較的小さい流量で全て放熱部を通過するようにするため、従来の冷却方法に比べ、流路摩擦による圧力損失の増大を低く抑えつつ、冷却能力を格段に向上させることが出来る。このため、従来の小型送風機を用いた強制空冷により発熱量、発熱密度とも非常に大きいマルチチップモジュール等の電子機器を許容温度まで冷却することを可能ならしめるものである。

【0042】また、本発明にかかる多孔質体からなるヒートシンクは、マルチチップモジュールの冷却のみならず、シングルチップモジュールの冷却にも適用できることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1はマルチチップモジュール及びこの冷却方法の概略を示す斜視図、断面図、そして側面図である。

【図2】図2は、従来の強制空冷用チャンネルフィンおよびピンフィンと、この放熱フィンに作動流体を供給して行う冷却の態様を示す図である。

【図3】図3は本発明のヒートシンクの例としてのマルチチップモジュール用ヒートシンクの平面図、側面図、断面図である。

【図4】図4は本発明のヒートシンクを示す図である。

【図5】図5は本発明のヒートシンクの多孔質突起形状体のそれぞれ斜視図である。

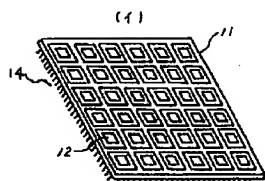
【図6】図6は本発明のヒートシンクを示す図で、平面図、側面図、断面図である。

【図7】図7は本発明のヒートシンクを示す図で、平面図、側面図、断面図である。

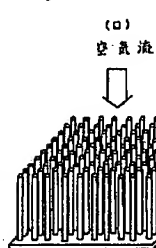
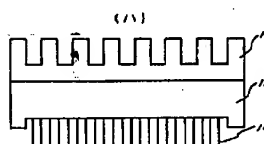
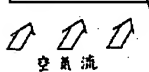
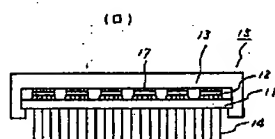
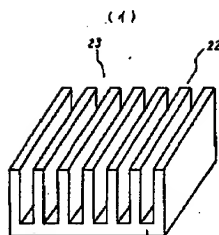
【符号の説明】

32 底板	41 天板	46 作動流体
33 中空領域	43 供給口	
34 突起形状体	45 吸引口	

【圖1】

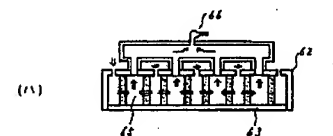
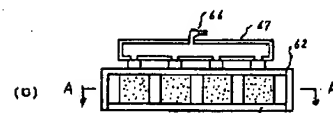
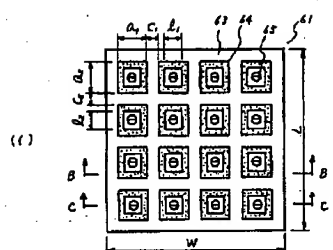


【圖2】

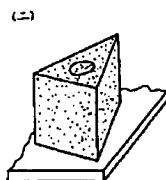
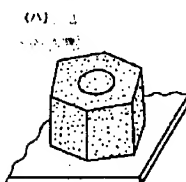
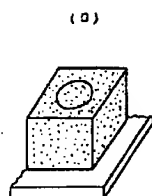
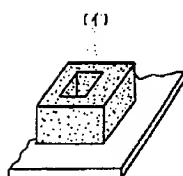


【図6】

A-A断面

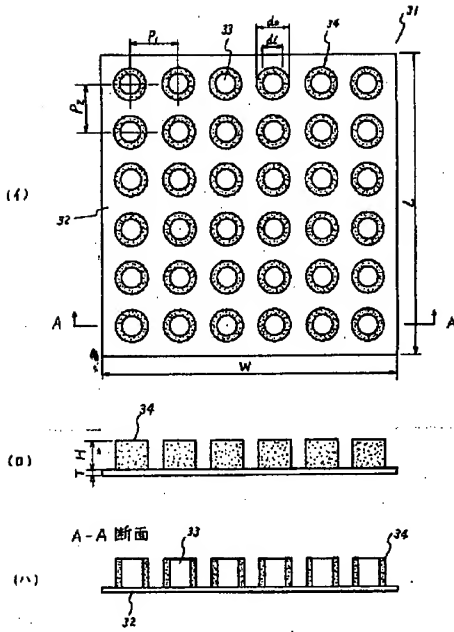


【図5】

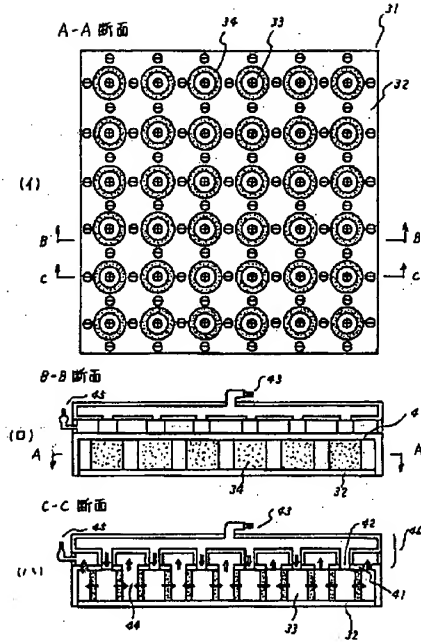




【図3】



【図4】



(8)

特開平8-316388

【図7】

